

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4144414号
(P4144414)

(45) 発行日 平成20年9月3日(2008.9.3)

(24) 登録日 平成20年6月27日(2008.6.27)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 4 D 13/08 (2006.01) B 6 4 D 13/08
F 2 5 B 9/00 (2006.01) F 2 5 B 9/00 3 0 1

請求項の数 2 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-107061 (P2003-107061) (22) 出願日 平成15年4月10日 (2003.4.10) (65) 公開番号 特開2004-314654 (P2004-314654A) (43) 公開日 平成16年11月11日 (2004.11.11) 審査請求日 平成17年9月14日 (2005.9.14)</p>	<p>(73) 特許権者 000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 (74) 代理人 100098671 弁理士 喜多 俊文 (74) 代理人 100102037 弁理士 江口 裕之 (72) 発明者 小原 孝一 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会 社 島津製作所内 審査官 杉山 悟史</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航空機用空調システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機エンジンの高温・高圧になった空気の一部を抽気し、タービンと同軸上に設けられたコンプレッサで圧縮し、機外のラムエア冷氣による熱交換器で冷やし、タービンの断熱膨張によって低温空気を供給する航空機用空調システムであって、抽気中の水分を凝縮させるコンデンサの低温側及び高温側の上流に、一次液冷熱交換器及び二次液冷熱交換器をそれぞれ設け、2つのタービンを直列に設け、1段目のタービンで得られた冷却空気を前記一次液冷熱交換器に導入して前記搭載機器を冷却する液体の冷媒を冷却し、前記二次液冷熱交換器に前記一次液冷熱交換器で冷却された液体の冷媒を導入して前記コンデンサの高温側に導入される空気を冷却し、2段目のタービンで得られた冷却空気でキャビンを空調するようにしたことを特徴とする航空機用空調システム。

10

【請求項2】

2つのコンプレッサを設け、1段目のコンプレッサで抽気を圧縮して一次熱交換器に送り、その後2段目のコンプレッサで圧縮して2次熱交換器に送り、2段階に抽気を圧縮することを特徴とする請求項1記載の航空機用空調システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、航空機用空調システムに係り、特に、キャビンを空調し電子機器などの搭載機器を冷却する空調システムに関する。

20

【 0 0 0 2 】

【 従来の技術 】

航空機用空調システムは、機内（キャビン）の冷房、暖房、換気を行うと同時に、与圧空気を供給するもので、与圧系統と冷暖房系統に大別される。与圧系統のない小型機は、エンジンの排気管の熱や、別に設けたヒータからの熱で機内を暖め、冷房は外気を機内に取り入れることによって行われている。一方、与圧室のある大型機は、エンジンの圧縮機からの高温・高圧になった空気の一部を取り出し（これをエンジン・フリード・エアまたは抽気という）、（ A ）機外の冷気を利用（これをラム・エアという）したり、（ B ）冷媒を使用したベーパサイクル冷却方式を利用したり、（ C ）エアサイクル冷却方式を利用したりし、これらの組合せで冷暖房を行っている。旧型の大型機及び現在のタービン・ヘリコプタは、（ A ）と（ B ）の組合せのベーパサイクル方式を採用し、新型のジェット機は（ A ）と（ C ）の組み合わせのエアサイクル方式を採用し、搭載機器などの冷却には（ B ）を組み合わせている。

10

【 0 0 0 3 】

従来の空調システムは、エアサイクルマシン（以下、ACMと呼ぶ）として、低圧下で水分を分離する方式（以下、LPWS方式と呼ぶ）が用いられていたが、エンジンからの抽気量が多く、エンジン又はAPU（補助動力装置で、飛行していない時、ここから抽気している。通常、機体の後方に備えられている）の燃費が悪いため、高圧下で水分を分離する方式（以下、HPWS方式と呼ぶ）が採用されている。HPWS方式は、ACM出口温度を氷点下に下げることができるため、従来のLPWS方式よりも必要な冷房能力を得るために使う抽気量が少なくすむので、エンジン又はAPUの燃費が向上する。ACM出口空気は直接キャビンへ供給するには冷えすぎるので、再循環ラインを通過して戻ってきたキャビンからの排気の一部と混合し、快適な温度に調整してからキャビンに供給される。さらに、搭載している電子機器等の冷却用に、ACMだけでは冷房能力が不足する場合は、冷媒等を用いた冷却装置を備えたベーパサイクルマシン（VCMと呼ぶ）を設けて冷却を行うようにしている（例えば、特許文献1参照。）。

20

【 0 0 0 4 】

図2に、従来のHPWS方式の空調システムの回路を示す。空調システムは、エンジン102で高温・高圧になった空気の一部が、抽気制御用のバルブ102aで調圧されて取出され、コンプレッサ101により圧縮され、ラムエア熱交換器103におけるラムエアとの熱交換により冷却される。その冷却された抽気がリヒータ105における熱交換によりさらに冷却された後に、コンデンサ106でその低温側通路を通過する低温空気と熱交換により冷却されることで、その抽気中の水分が露天以下に冷却され、その水分をウォータエクストラクタ107において、遠心力を利用して分離される。そして、水分が分離された抽気をリヒータ105における水分分離前の抽気の冷却に用いた後、膨張タービン108において膨張させることで低温空気とする。この低温空気を上記のコンデンサ106の低温側通路を通過させ、エンジン抽気の冷却に用いた後、液冷熱交換器112を通過させて航空機のキャビンに送り出している。この液冷熱交換器112には、電子機器113を冷却する冷媒がポンプ114によって循環しており、熱交換が行われる。

30

なお、エンジン抽気が膨張して膨張タービン108を回転させることで、回転軸を介してコンプレッサ101の駆動力としても作用している。また、バルブ102bを設け、エンジン102からの抽気を、直接膨張タービン108の出口にバイパスして温度コントロールを行うことができる。

40

【 0 0 0 5 】

上記のように、空調システムは、エンジン102から得られる高温高圧空気をACMのコンプレッサ101で圧縮した後、ラムエア熱交換器103でその圧縮熱を除去し、その後、膨張タービン108での断熱膨張で生成される冷却空気を利用する方式で、通常、空調パック単位で構成され、1パックにはACM1台を装備し、必要に応じて、複数パックを装備する。そして、空調システムで生成された冷却空気は空調パックを出た後、配管を通じて供給され、キャビンや電子機器113を冷却するのに用いられる。電子機器113が

50

液冷の場合、液冷熱交換器 112 を装備し、空調システム下流にて液冷熱交換器 112 を介して冷却液を冷却する。そして、除湿は除湿対象の空気を、コンデンサ 106 を介して、膨張タービン 108 からの冷却空気で冷却し、水分を凝縮させている。

【0006】

上記の HPWS 方式によれば、膨張タービン 108 の上流でエンジン抽気の除湿を行うことで、膨張タービン 108 の出口温度を LPWS 方式よりも下げ、キャビンなどへ供給する空気を低温にできる。その膨張タービン 108 の出口における空気温度を低くすることで、同じ冷房能力を達成するために必要な抽気流量を低減できるので、空調システムを作動させるために必要な燃料の消費量を低減することができる。

【0007】

しかし、HPWS 方式の空調システムにおいて、ウォータエクストラクタ 107 を通過した後の抽気中に残留する水分が、コンデンサ 106 において氷結して抽気流路を塞ぐことにより、十分に低温空気をキャビン等へ供給できなくなることがある。そのため、例えば、高温のエンジン抽気の一部を膨張タービン 108 の下流に、図 2 に記載されたような、ホットバー 109 をコンデンサ 106 の低温空気流路の入口側に設け、高温のエンジン抽気の一部を通過させることで、熱交換により低温空気の温度を高めることが行われている。

【0008】

【特許文献 1】

特開平 11 - 44463 号 (第 1 ~ 6 図、第 2 ~ 4 頁)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

従来の航空機用空調システムは以上のように構成され、エンジン抽気を圧縮・膨張することで冷却しており、その冷却能力は ACM へ導入される抽気圧力が高い程、冷却能力が増加するが、エンジン 102 がアイドル状態などで、十分な圧力を供給できない場合は、冷却能力の低下が生じるという問題がある。

また、電子機器 25 などを液体の冷媒で冷却する場合、冷媒は ACM で生成された冷却空気と液冷熱交換器 112 を介して冷却されるが、このとき、冷却空気が得る熱エネルギーは単なる温度上昇にしか寄与しないという問題がある。

また、除湿を行うために、タービン 108 で生成された極低温の空気を利用し、コンデンサ 106 を介して除湿対象の空気を冷却するが、この際、コンデンサ 106 での氷結防止策などを付加しなければならないという問題がある。

【0010】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、エンジンからの抽気圧力が低くなっても冷却能力を低下させずに、また、搭載機器を冷却するための液冷熱交換器での熱交換を有効に利用し、コンデンサでの氷結防止を行うことができる航空機用空調システムを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の航空機用空調システムは、下記のように構成したものである。

【0012】

航空機エンジンの高温・高圧になった空気の一部を抽気し、タービンと同軸上に設けられたコンプレッサで圧縮し、機外のラムエア冷気による熱交換器で冷やし、タービンの断熱膨張によって低温空気を供給する航空機用空調システムであって、抽気中の水分を凝縮させるコンデンサの低温側及び高温側の上流に、一次液冷熱交換器及び二次液冷熱交換器をそれぞれ設け、2つのタービンを直列に設け、1段目のタービンで得られた冷却空気を前記一次液冷熱交換器に導入して前記搭載機器を冷却する液体の冷媒を冷却し、前記二次液冷熱交換器に前記一次液冷熱交換器で冷却された液体の冷媒を導入して前記コンデンサの高温側に導入される空気を冷却し、2段目のタービンで得られた冷却空気でキャビンを空

10

20

30

40

50

調するようにしたものである。

【0013】

また、本発明の航空機用空調システムは、2つのコンプレッサを設け、1段目のコンプレッサで抽気を圧縮して一次熱交換器に送り、その後2段目のコンプレッサで圧縮して2次熱交換器に送り、2段階に抽気を圧縮するものである。

【0014】

本発明の航空機用空調システムは上記のように構成されており、2つのタービンを直列に設け、1段目のタービンで得られた冷却空気で搭載機器を冷却する液体の冷媒を冷却し、その際に得られる熱エネルギーを2段目のタービンの軸力として回収し、そこで得られた冷却空気でキャビン空調する。

また、2つのコンプレッサを設け、1段目のコンプレッサで抽気を圧縮して予圧し、一次熱交換器に送り、その後2段目のコンプレッサで圧縮して抽気圧を高め、2次熱交換器に送り、2段階に抽気を圧縮する。これによりエンジンからの抽気圧力が低くなくても冷却能力を低下させることがない。

また、コンデンサの低温側の上流に搭載機器を冷却する一次液冷熱交換器を装備し、1段目のタービンで生成された極低温空気の温度は、コンデンサに流入する前に温度が上昇し、コンデンサで氷結することがない。また、コンデンサの高温側の上流に搭載機器を冷却する二次液冷熱交換器を装備し、抽気を冷却してコンデンサに送る。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の航空機用空調システムの一実施例を、図1を参照しながら説明する。図1は本発明の航空機用空調システムの空調回路を示す図である。本発明の航空機用空調システムは、エンジン1からの高温・高圧の抽気を取り込み圧縮して一次熱交換器4に導入するコンプレッサ2と、ラムエア回路に設けられた一次熱交換器4及び二次熱交換器6と、一次熱交換器4で熱交換された空気を圧縮し二次熱交換器6に導入するコンプレッサ5と、電子機器25を冷却する液冷ライン27に設けられたポンプ26と一次液冷熱交換器28及び二次液冷熱交換器29と、二次熱交換器6からの空気を二次液冷熱交換器29で冷却して高温側回路に導入し、タービン10で断熱膨張し一次液冷熱交換器28を冷却した空気を低温側回路に導入し、高温側回路の空気を冷却して水分を凝縮するコンデンサ8と、凝縮した水分を遠心分離して除くウォータエクストラクタ9と、水分が除かれた空気を圧縮し断熱膨張するタービン10と、コンデンサ8からの低温空気を導入し断熱膨張させてキャビンに低温空気を供給するタービン3とから構成される。

【0016】

本航空機用空調システムと従来のシステムと異なるところは、従来のシステムは、図2に示すように、1段の膨張タービン108の出力をコンデンサ106を介して電子機器113の冷却用の液冷熱交換器112に導入し、その後キャビンへ供給しているが、本システムでは、「エネルギー・リカバリー・ブースト・エアサイクルシステム」を構成し、2台のタービン10及びタービン3を備え、その間の流路に一次液冷熱交換器28とコンデンサ8を設け、冷却してこのとき得られる熱エネルギーを2段目のタービン3の軸力として回収し、前段の冷却空気を2段目のタービン3に導入し、断熱膨張した空気をキャビンなどに供給する。そして、2段目のタービン3の動力が同軸上に装備された1段目のコンプレッサ2の動力として利用され、エンジン1から高温・高圧の抽気を効率よく取り入れている。

また、従来のシステムは、図2に示すように、エンジン102からのエンジン抽気を、1段のコンプレッサ101だけで圧縮してラムエア熱交換器103に導入しているが、本システムは2段のコンプレッサ2及びコンプレッサ5で圧縮し、一次熱交換器4及び二次熱交換器6に導入し、エンジン抽気圧力が低下した場合でも、冷房能力を良好にしている。

また、従来のシステムは、図2に示すように、膨張タービン108の出力をコンデンサ106に導入し、氷結防止のためのホットバー109などを設けているが、本システムでは、タービン10の出力を電子機器25冷却用の一次液冷熱交換器28に導入してからコン

10

20

30

40

50

デンサ 8 に送り込んでいる。そのためコンデンサ 8 に氷結防止対策を必要とせず、その冷熱を電子機器 25 の冷却用に用いている。そして、従来のシステムは、冷熱有効利用のためリヒータ 105 を設けていたが、本システムでは、二次液冷熱交換器 29 を一次液冷熱交換器 28 の下流に設け、電子機器 25 の冷却用として利用し、リヒータ 105 を必要としない。

【0017】

次に、本航空機用空調システムの動作について説明する。エンジン 1 からの高温・高圧の空気が、抽気制御用のバルブ 1a を介して 1 段目のコンプレッサ 2 に取り込まれ、圧縮されて一次熱交換器 4 に導入される。2 段目のコンプレッサ 5 の同軸上に設けられたファン（図示せず）、またはイジェクタ（図示せず）によって、機外の空気がラムエア回路に引き込まれる。このラムエアにより一次熱交換器 4 及び二次熱交換器 6 が冷却される。そして 1 段目のコンプレッサ 2 で圧縮され一次熱交換器 4 で熱交換された空気は、2 段目のコンプレッサ 5 で圧縮されて二次熱交換器 6 に導入され熱交換される。二次熱交換器 6 を出た空気は、二次液冷熱交換器 29 の高温側回路に導入され冷却されて、コンデンサ 8 の高温側回路に導入される。コンデンサ 8 ではタービン 10 の断熱膨張によって冷却された空気が一次液冷熱交換器 28 を経由して低温側回路に導入され高温側回路の空気を冷却し、空気中の水分のほとんどが凝縮する。そして、ウォータエクストラクタ 9 で遠心分離によって分離され除去される。水分が除去された空気は直接タービン 10 に導入される。導入された空気はタービン 10 で断熱膨張し、一次液冷熱交換器 28 を冷却し熱交換して、コンデンサ 8 を経由して、このとき得られる熱エネルギーを 2 段目のタービン 3 の軸力として回収し、2 段目のタービン 3 に導入される。導入された空気はタービン 3 で断熱膨張され、キャビン側へ供給される。このとき、空気は 0 以下になるので、キャビンに直接供給するのではなく、中間にミキシングチャンバと再循環回路を設け、キャビンの暖かい空気の一部を再循環ファンとハルブ調節によって再循環空気量を制御して取り出し、ミキシングチャンバで両空気が混合され、快適な温度に調整されてからキャビンに導入される。

【0018】

本空調システムは、2 台のタービン 10 及びタービン 3 を備え、一段目のタービン 10 の断熱膨張によって、電子機器 25 の冷却用の一次液冷熱交換器 28 を冷却し、残りの熱エネルギーを 2 段目のタービン 3 の軸力として回収し、断熱膨張した空気をキャビンなどに供給している。そして、2 段目のタービン 3 の動力が同軸上に装備された 1 段目のコンプレッサ 2 の動力として利用され、エネルギーを有効に回収して効率よく冷房するシステムである。

また、2 段のコンプレッサ 2 およびコンプレッサ 5 を備えて、エンジン 1 からの抽気圧力が低い場合でも、例えば、駐機状態でエンジン 1 がアイドル状態の時などでも、冷却能力が低下することがない。そして、流量増加による空調システム入口の圧力低下を生じさせない。

【0019】

上記の実施例では、コンプレッサ 2 とコンプレッサ 5 の間に一次熱交換器 4 が設けられているが、一次熱交換器 4 の下流にコンプレッサ 2 をコンプレッサ 5 と直列に配置しても良い。

【0020】

【発明の効果】

本発明の航空機用空調システムは上記のように構成されており、2 つのタービンを設け、抽気を 1 段目のタービンで断熱膨張させ、搭載機器冷却用の液冷熱交換器を冷却し、その際に得られる熱エネルギーを 2 段目のタービンの軸力として回収することができるので、ブースト A C M コンプレッサの圧力比を増大させ、その結果、同じ供給抽気圧力の場合、従来と比べて冷却能力が増加する。そして、そこで得られた冷却空気でキャビンを空調することができる。

また、2 つのコンプレッサを設けており、1 段目のコンプレッサで抽気を圧縮して予圧し、2 段目のコンプレッサで圧縮して抽気圧を高めることができるので、これによりエンジ

10

20

30

40

50

ンからの抽気圧力が低くなっても冷却能力を低下させることなく運転することができる。
また、コンデンサのコールド側の上流に搭載機器を冷却する一次液冷熱交換器を装備している
ので、1段目のタービンで生成された極低温空気の温度は、コンデンサに流入する前に温度
が上昇するので、コンデンサで氷結することがなく、氷結防止策を講じる必要がない。

また、コンデンサのホット側の上流に二次液冷熱交換器を装備し、抽気を冷却してコンデ
ンサに送ることができるので、一般的に用いられているリヒータをシステムから削除でき
、システムの小型・軽量化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の航空機用空調システムの一実施例を示す図である。

10

【図2】 従来の航空機用空調システムの電子機器冷却回路を示す図である。

【符号の説明】

- 1 エンジン
- 1 a バルブ
- 2 コンプレッサ
- 3、10 タービン
- 4 一次熱交換器
- 5 コンプレッサ
- 6 二次熱交換器
- 8 コンデンサ
- 9 ウォータエクストラクタ
- 25 電子機器
- 26 ポンプ
- 27 液冷ライン
- 28 一次液冷熱交換器
- 29 二次液冷熱交換器

20

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 4 4 4 6 3 (J P , A)
特公平 0 7 - 0 9 6 9 3 6 (J P , B 2)
特公平 0 5 - 0 6 6 5 0 4 (J P , B 2)
米国特許第 0 6 4 1 5 5 9 5 (U S , B 1)
米国特許第 0 6 1 9 9 3 8 7 (U S , B 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 3 5 8 3 8 (U S , A 1)
米国特許第 0 6 1 4 8 6 2 2 (U S , A)
米国特許第 0 6 1 2 8 9 0 9 (U S , A)
米国特許第 0 4 5 5 0 5 7 3 (U S , A)
独国特許出願公開第 1 0 0 0 9 3 7 3 (D E , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B64D 13/00 - 13/08
F25B 9/00 - 9/14